



NO MORE  
NO<sub>x</sub>

Modena  
21 gennaio 2026

Ing. Tiziana Melfi  
tmelfi@arpae.it

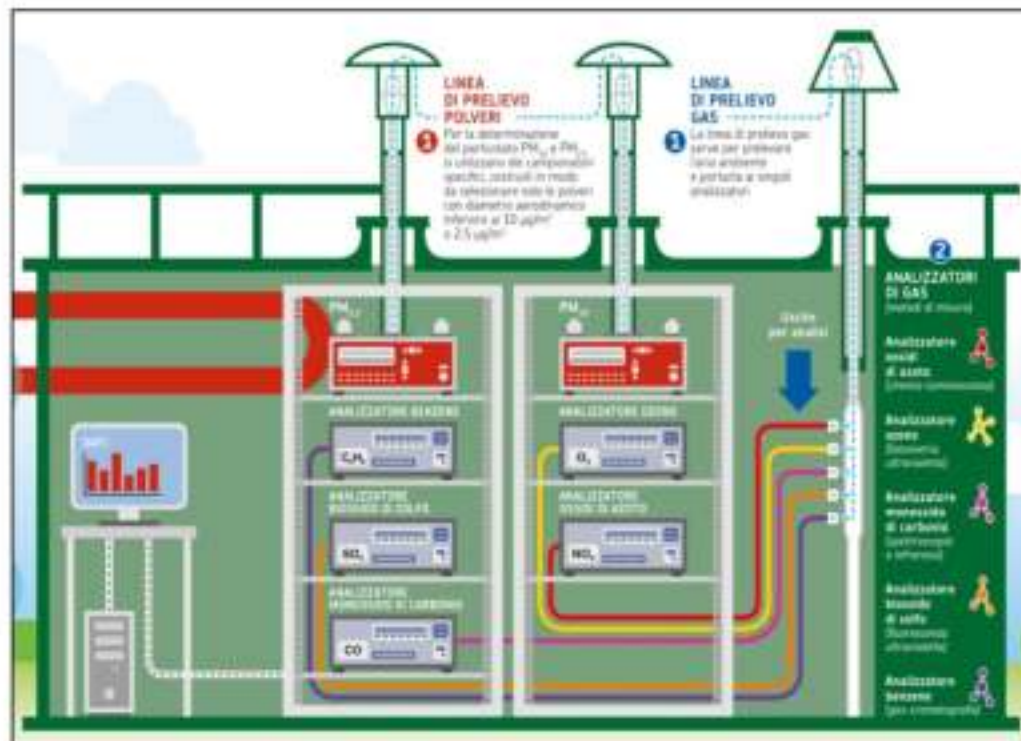
**arpae**  
agenzia  
prevenzione  
ambiente energia  
emilia-romagna



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

**Le misurazioni di NO<sub>2</sub> nella rete regionale della qualità dell'aria ed evoluzione normativa dei limiti per il biossido di azoto.**

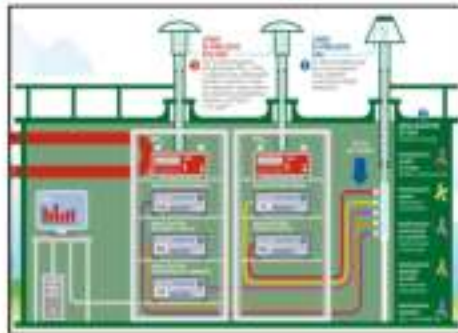
# Le centraline della RRQA (rete di monitoraggio della qualità dell'aria)



# La “forza” della rete di monitoraggio della qualità dell’aria

## L’affidabilità del dato legata a:

- Analizzatori certificati
- Gestiti da operatori di Arpae (pubblico)
- Dati prodotti dalle stazioni di misura sottoposti a rigidi e costanti controlli di qualità, eseguiti da remoto o attraverso sopralluoghi in stazione.



## Fra i controlli vi sono:

- Verifiche di taratura quotidiane della strumentazione
- Controlli sulla portata, la temperatura e altri parametri
- Verifica dei settaggi strumentali
- Controlli automatici del corretto funzionamento degli strumenti
- Attività di interconfronto fra strumentazioni analoghe
- Verifiche di incertezza

**Misurazioni indicative:** misurazioni dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi... danno un'idea generale del dato

**Misurazioni in siti fissi:** il gestore deve rispettare la garanzia di qualità dei dati cioè realizzare programmi la cui applicazione pratica consenta l'ottenimento di dati di concentrazione degli inquinanti atmosferici con precisione e accuratezza conosciute



## Il monitoraggio degli ossidi di azoto

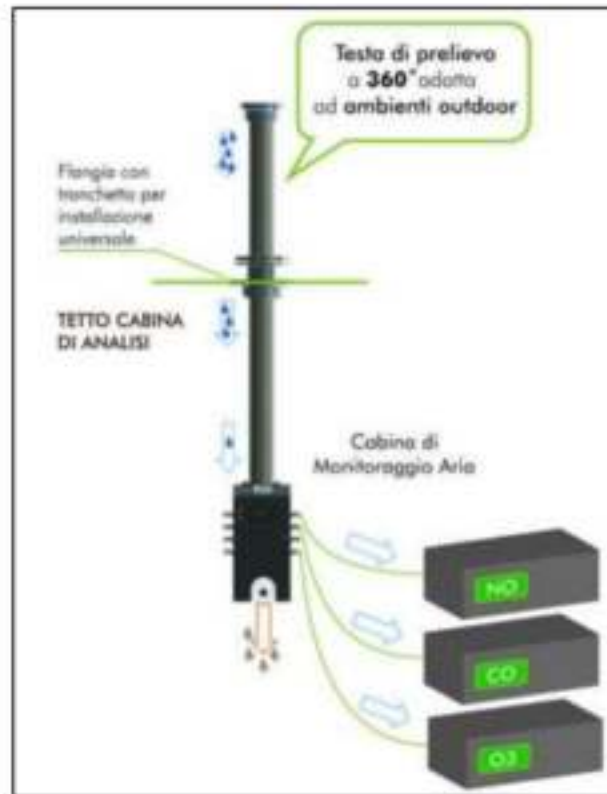
La rete regionale della qualità dell'aria della provincia di Modena è composta da 6 stazioni, di cui 2 da traffico e 4 da fondo. A seconda della tipologia di stazione, gli inquinanti monitorati sono diversi, ma tutte le centraline misurano gli NOx.

In una centralina della RRQA, ci sono due linee di prelievo: una specifica per le polveri e un'altra per i gas.

# Il monitoraggio degli ossidi di azoto

## Testa di prelievo gas:

- La linea di prelievo è mantenuta a temperatura e umidità programmabili
- Permette deumidificazione del campione in modo da evitare eventuali ristagni di condensa
- Realizzata interamente in materiale inerte - PTFE
- Manifold 8 uscite per collegamento agli analizzatori
- Sistema di aspirazione autonomo in grado di garantire un tempo di residenza dell'aria campionata nel sistema di campionamento inferiore a 3 secondi



## Il monitoraggio degli ossidi di azoto

Il metodo di riferimento della normativa è quello della **chemiluminescenza**:

**CHEMILUMINESCENZA = produzione di luce a seguito di una reazione chimica.**

Una lampadina emette luce perchè diventa molto calda (incandescenza); la chemiluminescenza è una "luce fredda": l'energia necessaria per emettere fotoni si sprigiona da una reazione chimica.

1. Reazione chimica tra ozono e monossido di azoto  $O_3 + NO \rightarrow NO_2^* + O_2$
2. Il biossido di azoto prodotto è in forma eccitata \*
3. Per tornare allo stato naturale la molecola di  $NO_2^*$  eccitata rilascia la sua energia in eccesso sotto forma di un fotone (luce), con lunghezza d'onda centrale di circa 1100 nm.  $NO_2^* \rightarrow NO_2 + h\nu_{1100\text{ nm}}$
4. **L'intensità della luce è direttamente proporzionale al numero di molecole di NO presenti nel campione.**

# Il monitoraggio degli ossidi di azoto

MA... la NORMATIVA prevede un limite sul  $\text{NO}_2$  (biossido di azoto).

**Quindi?**

SERVE UN TRUCCO...

Una parte dell'aria va direttamente nella camera di reazione per misurare solo l' $\text{NO}$ , mentre una parte passa attraverso un convertitore al molibdeno (riscaldato a circa  $350^\circ\text{C}$ ). Il molibdeno "ruba" un atomo di ossigeno alle molecole di  $\text{NO}_2$  trasformandole tutte in  $\text{NO}$  che passa nella camera di reazione ( $\text{NO}$  complessivo). Questo "switch" avviene alternativamente a intervalli di pochi secondi, per cui lo strumento misura:

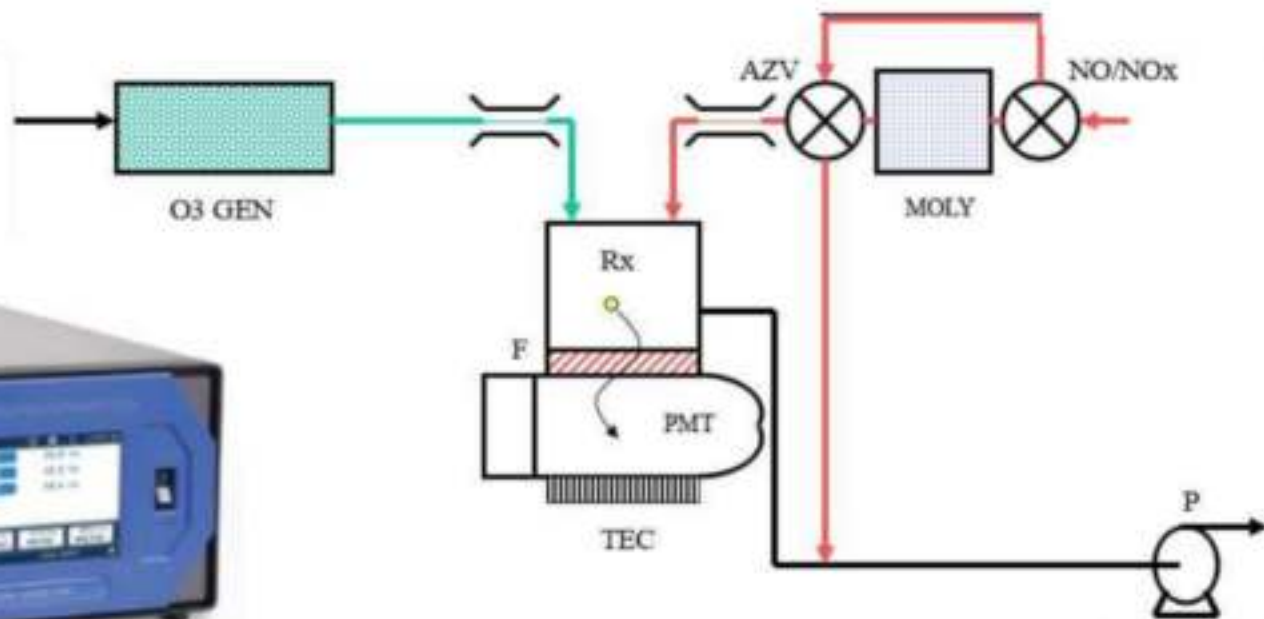
**$\text{NO}$**  presente in aria

**$\text{NO} + \text{NO}_2$**  (ridotto a  $\text{NO}$ ) =  **$\text{NO}_x$** .

**La differenza tra  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}$  fornisce il valore di  $\text{NO}_2$ .**

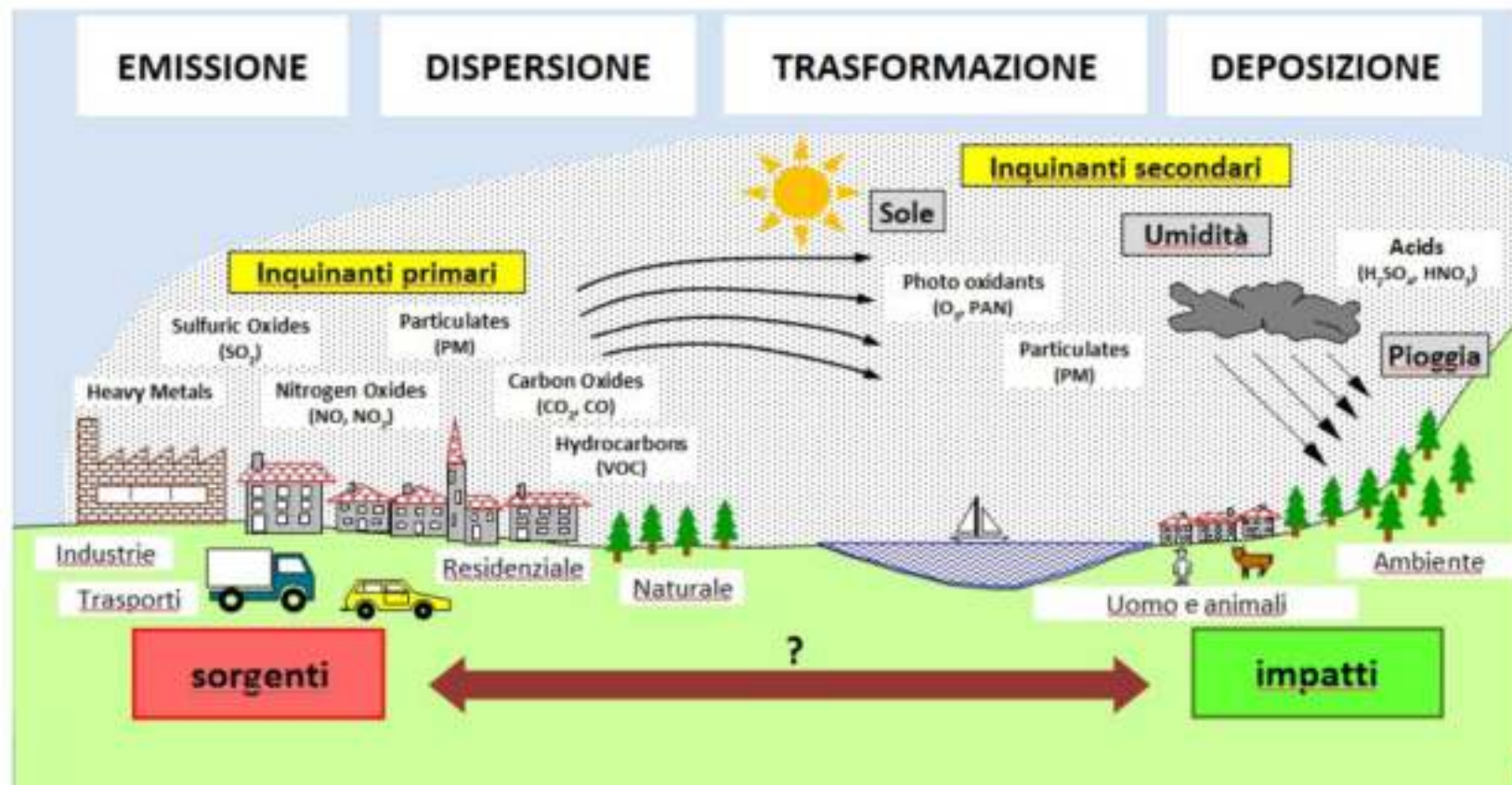


# Il monitoraggio degli ossidi di azoto





# Monitoraggio = stato, ma... le sorgenti?





## INventario EMISSIONi ARia

E' l'inventario delle emissioni dell'Emilia-Romagna. Si tratta di un grande database relativo alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera dalle attività antropiche, oltre che da alcune sorgenti naturali.

L'ultimo inventario per la regione Emilia-Romagna è stato realizzato con i dati 2021 (pubblicato a giugno 2024) raccolti ed elaborati da Arpae.

L'aggiornamento dell'inventario emissioni si effettua generalmente con cadenza biennale, come previsto dalla normativa (DLgs 155/2010, art.22 e [ss.mm.ii.](https://www.arpae.it/it/tema/qualita-aria/monitoraggio/aggiornamento-inventario-emissioni)).

**A breve verrà pubblicato l'aggiornamento 2023.**

# INEMAR

La sua struttura è organizzata in 11 macrosettori che raggruppano le attività antropiche e naturali per categoria:

- Produzione energia;
- Riscaldamento civile;
- Combustione nell'industria;
- Processi produttivi;
- Estrazione e distribuzione combustibili;
- Uso di solventi;
- Trasporto su strada;
- Altre sorgenti;
- Trattamento e smaltimento rifiuti;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti (emissioni naturali)





# INEMAR

Le stime emissive sono quindi organizzate per tipologia di inquinante, attività che lo hanno generato e ambito territoriale (su scala minima comunale).

L'output è un database che fornisce informazioni circa le emissioni generate dai macrosettori. Su scala minima comunale, provinciale o regionale è quindi possibile indagare:

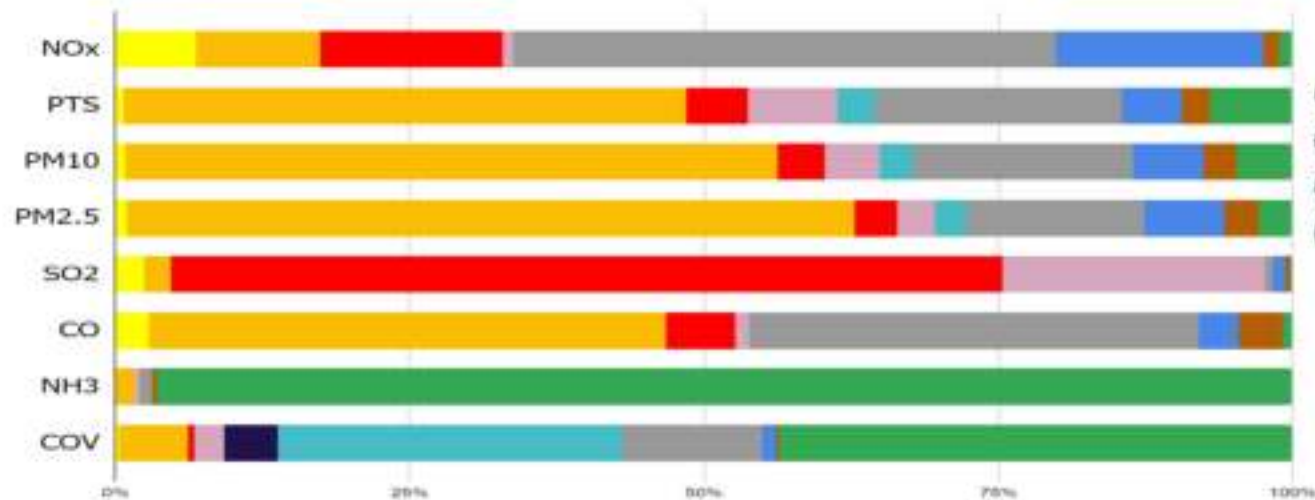
- Quantità di emissioni prodotte per singolo inquinante;
- Contributo percentuale di ciascun macrosettore.



# INEMAR

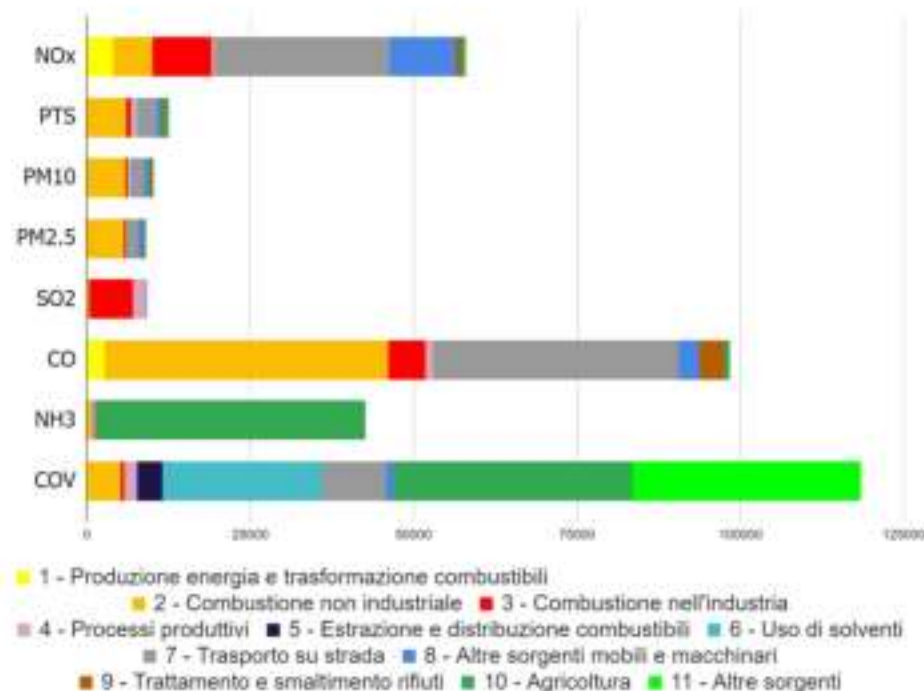
Gli inquinanti inventariati da INEMAR sono:

PTS - Polveri totali; **PM10 e PM2.5**; Ossidi di azoto - NOx; **Biossido di zolfo - SO2**; Monossido di carbonio - CO; **Ammoniaca - NH3**; COV; **Metalli pesanti**.



*Contributo percentuale  
dei macrosettori nella  
regione Emilia Romagna  
(dati 2021).*

# INEMAR - Dati 2021



Fonti emissive principali	Contributo % sul totale degli inquinanti
Combustione non industriale	55% del $PM_{10}$ (di cui 99,4% da impianti a biomassa) 11% degli $NOx$ 44% del $CO$
Trasporto su strada	19% del $PM_{10}$ 46% degli $NOx$ 12% dei $COV$
Combustione industriale	4% del $PM_{10}$ 15% degli $NOx$ 71% dell' $SO_2$
Produzione energia e trasformazione combustibili	1% del $PM_{10}$ 7% degli $NOx$ 2% dell' $SO_2$
Allevamento e agricoltura	5% del $PM_{10}$ 1% degli $NOx$ 97% di $NH_3$ (di cui 77% da reflui)

# INEMAR - Confronto 2019-2021 (anticipo 2023)

NOx (t)	2019	2021	2023
MS1	3758	3956	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili
MS2	5865	6140	MS2 - Combustione non industriale
MS3	7294	8934	MS3 - Combustione industriale
MS4	751	559	MS4 - Processi Produttivi
MS5			MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili
MS6	69	51	MS6 - Uso di solventi
MS7	33813	26714	MS7 - Trasporto su strada
MS8	10484	10156	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari
MS9	871	788	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti
MS10	608	683	MS10 - Agricoltura
Totali	63512	57982	

# INEMAR - Analisi dei dati delle ultime annualità

Dai dati Inemar emerge:

## SORGENTE PRINCIPALE NO<sub>x</sub>



Il trasporto su strada (in particolare i veicoli DIESEL) è la principale sorgente.

## RINNOVO PARCO VEICOLARE



Influisce positivamente e visibilmente sulla riduzione degli ossidi di azoto, anche se è aumentato il numero di veicoli.

## PM<sub>10</sub> E "NON-EXHAUST"

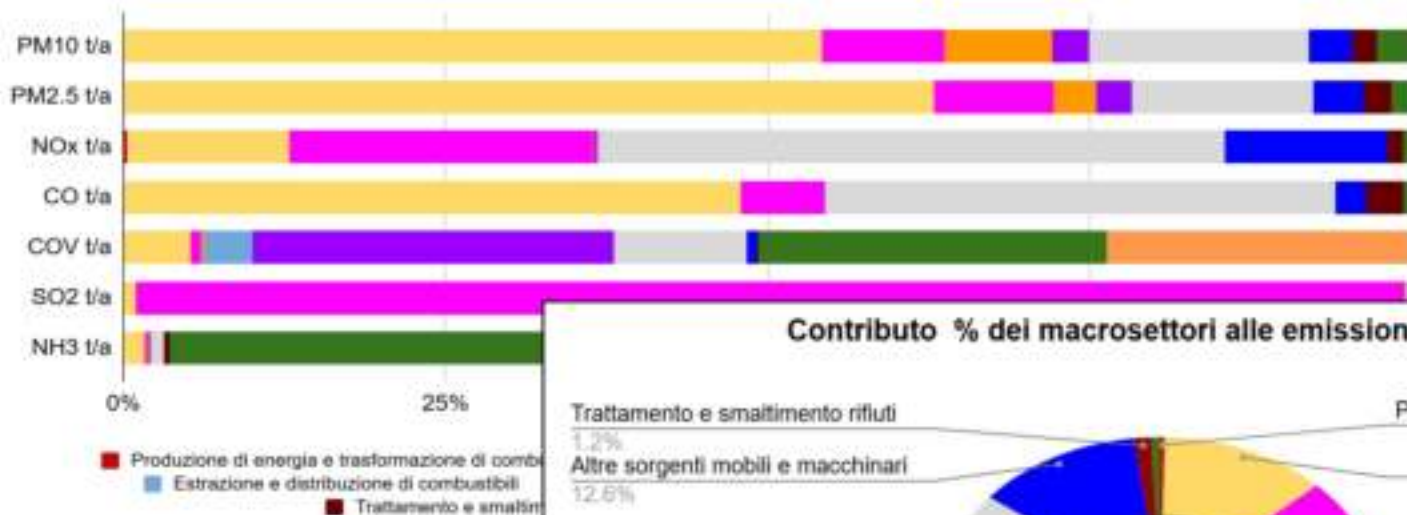


La diminuzione non emerge per il PM<sub>10</sub>. Preponderante la parte "non-exhaust", non dovuta alla combustione.

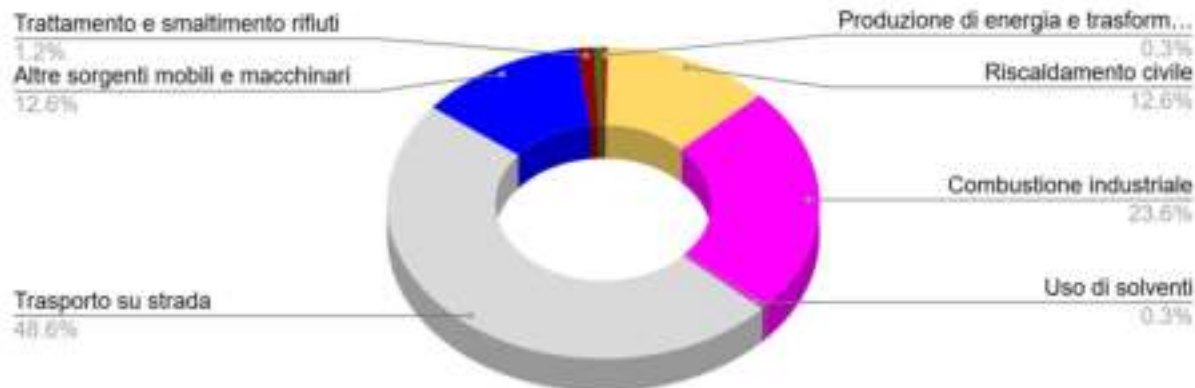


# INEMAR - Provincia di Modena 2021

Ripartizione % delle emissioni dei principali inquinanti nei diversi macrosettore




Contributo % dei macrosettori alle emissioni di NOX




Contributo percentuale dei macrosettori nella provincia di Modena (TOTALE ANNO 2021: 7782 t).

# Evoluzione Normativa: Biossido di Azoto ( $\text{NO}_2$ )

## Limiti Attuali (D.Lgs. 155/2010)

 Limite Orario: **200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
da non superare più di  
**18 volte/anno**



 Limite Annuale: **40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**


COSA


CAMBIA

Dal 2030  
(Direttiva UE  
2024/2881)

## Nuovi Limiti (dal 2030)

 Limite Orario: **200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
da non superare più di **3 volte/anno** 

 Limite Giornaliero: **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**   
da non superare più di  
**18 volte/anno**

 Limite Annuale: **20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**



**Insomma... ci aspetta  
una grande sfida...  
BUON LAVORO!**